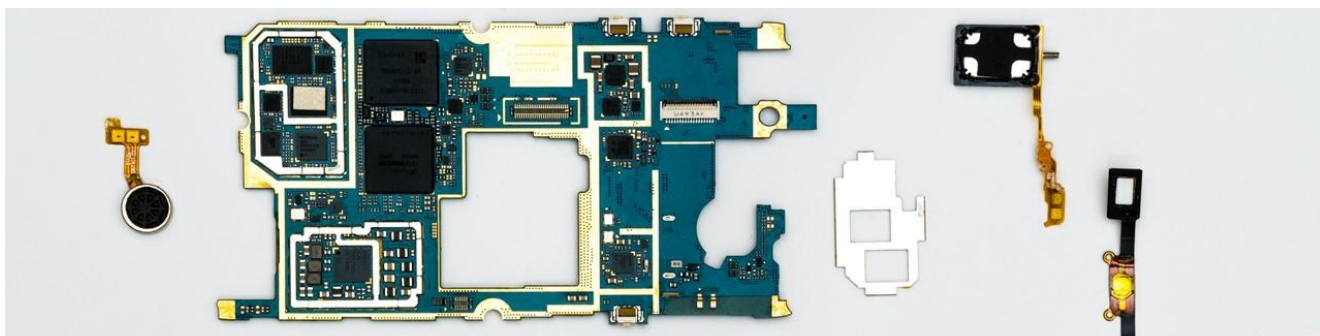


<SPC200>

<示例库>



## SAFETY DESIGNER ENGINEERING TOOL 2023.11

---

2024 PRAJNASAFE



### 文档声明

<为求准确，本手册已经过验证和复审。后续手册可能变动，恕不另行通知。对直接或间接地由于产品与手册之间的错误、遗漏或差异而引起的损害，若彗电子科技（上海）有限公司不承担任何责任。>

本文为若彗电子科技(上海)有限公司财产，包含该公司的商业秘密。  
对本文任何未经授权的使用和传播都是严格禁止的。

历史记录

版本号	编写日期	拟稿	审核	描述
V1.0.0	2025/09/22	Scholar Su	David Chu	初版
V1.0.1	2026/01/23	Ray Lin	David Chu	修改雷达切区方式

## Table of Contents

示例库 .....	1
<b>1. 基本信息 .....</b>	<b>5</b>
1.1. 目的 .....	5
1.2. 适用范围 .....	5
1.3. 参考文件 .....	5
1.4. 名词解释 .....	5
<b>2. 安全功能列表 .....</b>	<b>7</b>
<b>3. 急停 .....</b>	<b>7</b>
3.1. 功能示例 .....	7
3.2. 零部件和接口列表 .....	8
3.3. 功能块列表 .....	8
3.4. 功能原理 .....	8
<b>4. 外部设备监控 .....</b>	<b>8</b>
4.1. 功能示例 .....	8
4.2. 零部件和接口列表 .....	9
4.3. 功能块列表 .....	9
4.4. 功能原理 .....	9
<b>5. 雷达切区 .....</b>	<b>9</b>
5.1. 静态切区 .....	9
5.1.1. n 取 1(方案 1) .....	9
5.1.2. n 取 1(方案 2) .....	11
5.1.3. 互补(方案 1) .....	13
5.1.4. 互补(方案 2) .....	15
5.2. 动态切区 .....	17
5.2.1. n 取 1 .....	17
5.2.2. 互补 .....	18
<b>6. 雷达保护区速度保护 .....</b>	<b>21</b>
6.1.1. 功能示例 .....	21
6.1.2. 零部件和接口列表 .....	22
6.1.3. 功能块列表 .....	22
6.1.4. 功能原理 .....	23
<b>7. 雷达减速区减速检测 .....</b>	<b>23</b>
7.1.1. 功能示例 .....	23
7.1.2. 零部件和接口列表 .....	24
7.1.3. 功能块列表 .....	24
7.1.4. 功能原理 .....	25

**8. 高度速度保护 ..... 25**

8.1. 方案 1 ..... 26

8.1.1. 功能示例 .....26

8.1.2. 零部件和接口列表 ..... 27

8.1.3. 功能块列表 .....27

8.1.4. 功能原理 .....27

8.2. 方案 2 ..... 28

8.2.1. 功能示例 .....28

8.2.2. 零部件和接口列表 ..... 28

8.2.3. 功能块列表 .....29

8.2.4. 功能原理 .....29

**9. 最大速度保护 ..... 30**

9.1.1. 功能示例 .....30

9.1.2. 零部件和接口列表 ..... 30

9.1.3. 功能块列表 .....30

9.1.4. 功能原理 .....31

**10. 载货检测 ..... 31**

10.1.1. 功能示例 .....31

10.1.2. 零部件和接口列表 ..... 31

10.1.3. 功能块列表 .....32

10.1.4. 功能原理 .....32

**11. 模式切换 ..... 33**

11.1. 功能示例 .....33

11.2. 零部件和接口列表 .....33

11.3. 功能块列表 .....34

11.4. 功能原理 .....34

## 1. 基本信息

### 1.1. 目的

描述搭建的安全功能的原理和意义

### 1.2. 适用范围

SPC200 系列产品

### 1.3. 参考文件

No.	Reference Description
[R1]	SPC200 Configure tool manual
[R2]	SPC200-产品简介手册

### 1.4. 名词解释

Terms	Definition
FSR	功能安全需求 定义产品应具备的功能，含安全和非安全相关功能 有时功能安全需求可独立形成 FSR，本文档整合了 FSR 以及 TSR
TSR	技术安全需求 定义实现 FSR 的技术需求和安全措施，如安全架构，诊断机制等
SIL	安全完整性等级 确定了为将残余软件故障降低到一个适当水平所必须采用的技术和措施，安全完整性等级数值越高，安全性水平也越高，分 SIL1-4
PL	性能等级 确定了为将残余软件故障降低到一个适当水平所必须采用的技术和措施，性能等级含 Pl <sub>a</sub> ~e, Pl <sub>e</sub> 代表最高安全等级
RBD	可靠性结构框图 从可靠性角度定义的系统与部件之间的逻辑图，是系统单元及其可靠性意义下的连接关系的图形表达，它只反映各个部件之间的串并联关系(冗余形式)
HFT	硬件故障冗余 HFT=N 代表 N+1 个故障将导致系统发生危险失效，如单通道架构 HFT=0 表示 1 个故障将会引起系统发生危险失效 HFT 与 Category 之间的关系:Cat.B~Cat.2 对应 HFT=0;Cat.3/4 对应 HFT=1 HFT 与 MoonN 之间的关系:HFT=N-M，如 2o03 对应 HFT=1
Cat.3	电路架构类别 ISO13849-1 将安全控制系统电路架构分为 5 类，Cat.B,Cat.1~Cat.4
DC	诊断覆盖率 通过自动在线诊断检测到的危险失效分数，诊断覆盖率由可检测到的危险失效除以总的危险失效(含可检测危险失效与不可检测危险失效)
SFF	安全失效分数

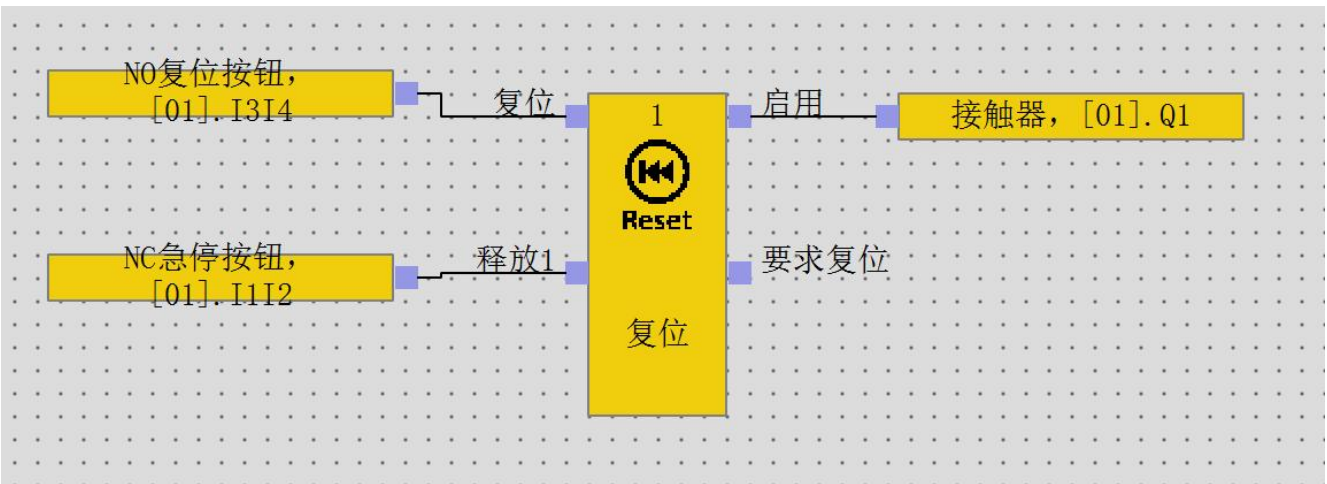
	安全组件属性，定义如下： $SFF = (\sum \lambda_S + \sum \lambda_{Dd}) / (\sum \lambda_S + \sum \lambda_{Dd} + \sum \lambda_{Du})$
PFHd	平均每小时危险失效率 E/E/PE 安全系统在一个给定的时间周期内执行规定安全功能时的危险失效概率
MTTFd	平均危险失效时间

## 2. 安全功能列表

安全功能	描述
急停	当急停拍下，断开接触器供电，见 <a href="#">急停</a>
外部设备监控	解除器的辅助触点状态与控制不符时，断开接触器供电，见 <a href="#">外部设备监控</a>
雷达切区	根据机器运动状态来切换安全雷达的 <b>field set</b> ，切区方式分为动态切区和静态切区，切区信号分为 <b>n</b> 取 1 和互补模式，见 <a href="#">雷达切区</a>
雷达保护区速度保护	当雷达保护区内存在障碍物时机器应停止运动，否则断开接触器供电，见 <a href="#">雷达保护区速度保护</a>
雷达警告区减速检测	当雷达警告区内存在障碍物，开始检测机器是否减速。如果违反减速规则，断开接触器供电，见 <a href="#">雷达减速区减速检测</a>
高度速度保护	如当叉车叉举货物高度不同，限速不同，超速时断开接触器供电，见 <a href="#">高度速度保护</a>
最大速度保护	任意状态下，机器都不得超过一定速度，否则断开接触器供电，见 <a href="#">最大速度保护</a>
载货检测	当机器载货时，机器应以较低的速度运行，否则断开接触器供电，见 <a href="#">载货检测</a>
模式切换	手动模式下，机器运行速度大于 <b>0.3m/s</b> 时切断断开接触器供电，且操作员需要持续手操时才可运动 手动模式下仅急停安全功能生效，见 <a href="#">模式切换</a>

## 3. 急停

### 3.1. 功能示例



如上图，为经典急停安全功能的工程示例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见[零部件和接口列表](#)
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见[功能块列表](#)

3.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
急停按钮(双 NC, 多个按钮可串联连接)	IO[01].I1I2

3.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位

3.4. 功能原理

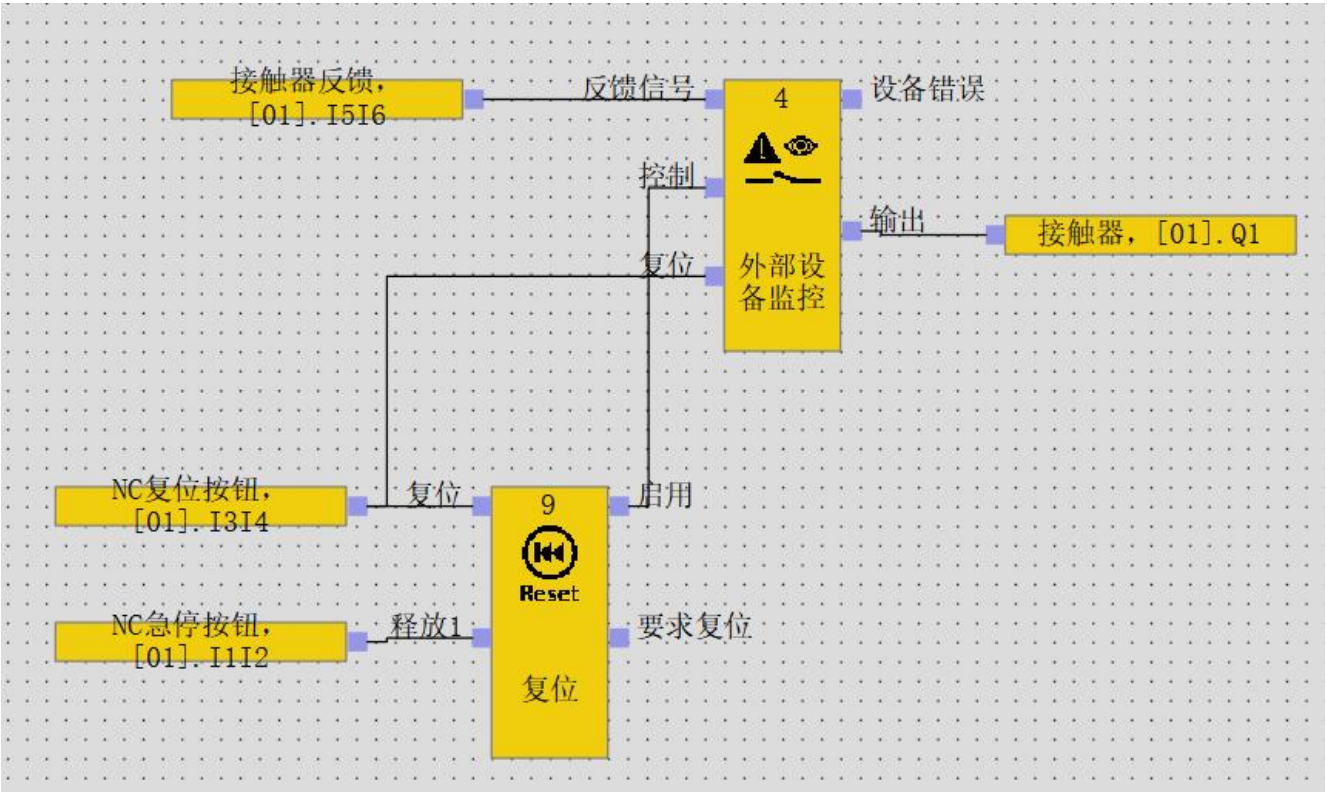
当【急停】按钮按下后，【接触器】断电，当【急停】按钮松开后，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

注意：

1. 【急停】按钮按下后，安全控制器进入安全状态，【接触器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。

4. 外部设备监控

4.1. 功能示例



外部设备监控的应用场景用于监控外部带有双 NC 触点的接触器是否发生黏连，如上图，以急停功能为基础搭建含有外部设备监控功能的工程：



1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

## 4.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
急停按钮(双 NC, 多个按钮可串联连接)	IO[01].I1I2
接触器反馈触点(双 NC)	IO[01].I5I6
接触器(双 NC)	IO[01].Q1

## 4.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
外部设备监控	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.2 外部设备监控

## 4.4. 功能原理

当【急停】按钮按下后，【接触器】断电，当【急停】按钮松开后，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

注意：

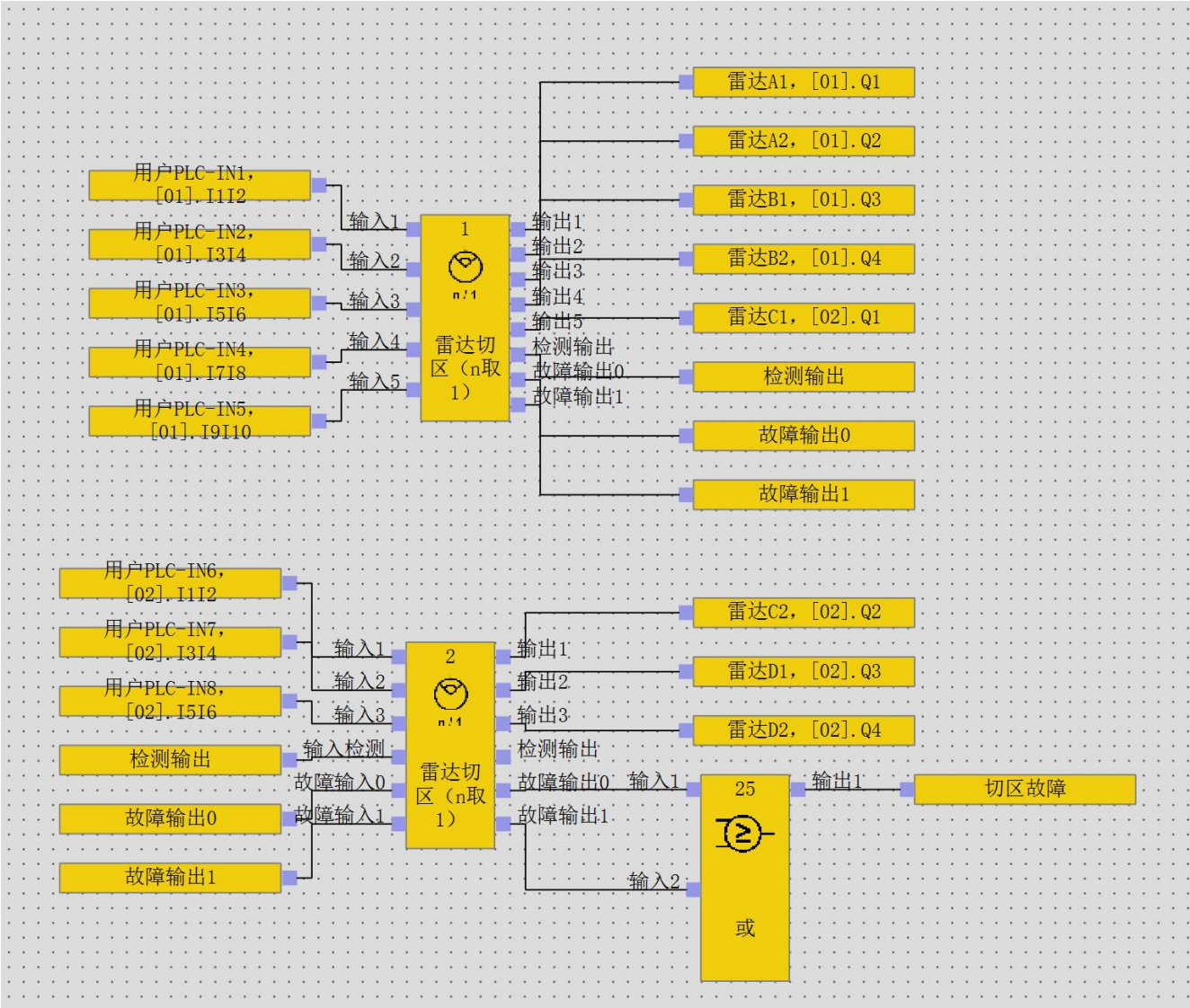
1. 【急停】按钮按下后，安全控制器进入安全状态，【接触器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。
3. 【外部设备监控】是为了监控接触器是否发生粘连，当控制信号与反馈信号为同一电平状态(仅以 NC 举例)且持续一段时间后(接触器本身执行需要时间)认为接触器故障，会断掉接触器电源。
4. 当【外部设备监控】因接触器故障断开接触器电源时，可以通过【复位】按钮或使【外部设备监控】功能块的【控制】输入从 0 变为 1 来恢复，但能恢复的前提是接触器当前是正常的，即【控制】与【反馈信号】输入状态相反。

## 5. 雷达切区

### 5.1. 静态切区

#### 5.1.1.N 取 1(方案 1)

##### 5.1.1.1. 功能示例



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 8 个 field set 为例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

### 5.1.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
用户 PLC 雷达切区信号 IN1	IO[01].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN2	IO[01].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN3	IO[01].I5I6
用户 PLC 雷达切区信号 IN4	IO[01].I7I8
用户 PLC 雷达切区信号 IN5	IO[01].I9I10
用户 PLC 雷达切区信号 IN6	IO[02].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN7	IO[02].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN8	IO[02].I5I6
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4

雷达切区 C1	IO[02].Q1
雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3
雷达切区 D2	IO[02].Q4

#### 5.1.1.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
雷达切区(n 取 1)	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.5 雷达切区 (n 取 1)

#### 5.1.1.4. 功能原理

本示例雷达切区真值表如下：

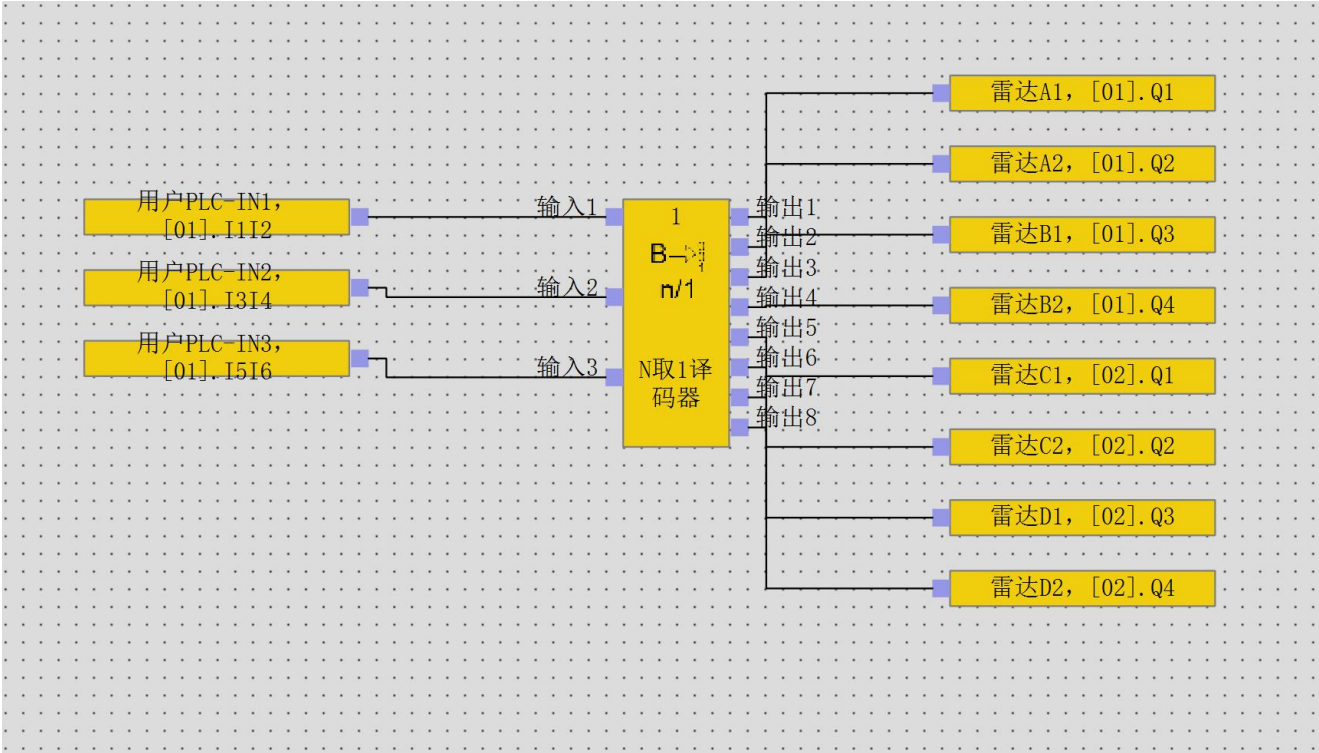
用户 PLC -IN 1	用户 PLC -IN 2	用户 PLC -IN 3	用户 PLC -IN 4	用户 PLC -IN 5	用户 PLC -IN 6	用户 PLC -IN 7	用户 PLC -IN 8	雷 达 切 区 A1	雷 达 切 区 A2	雷 达 切 区 B1	雷 达 切 区 B2	雷 达 切 区 C1	雷 达 切 区 C2	雷 达 切 区 D1	雷 达 切 区 D2	雷 达 fiel d set
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7

本方案基于切区逻辑由用户 PLC 处理(什么时候切到哪个 field set)切区信号给到安全控制器，再由安全控制器来控制雷达切区，过程中安全控制器会检测用户 PLC 输出的切区信号是否合法。

此种切区方式要求用户 PLC 输出的切区信号(8 个)同一时间内有且只有一个为高电平状态，否则都为故障状态，但电平状态切换的响应时间可在【雷达切区(n 取 1)】内设置。

### 5.1.2.N 取 1(方案 2)

#### 5.1.2.1. 功能示例



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 8 个 field set 为例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

**5.1.2.2. 零部件和接口列表**

零部件	对应安全接口
用户 PLC 雷达切区信号 IN1	IO[01].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN2	IO[01].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN3	IO[01].I5I6
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
雷达切区 C1	IO[02].Q1
雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3
雷达切区 D2	IO[02].Q4

**5.1.2.3. 功能块列表**

功能块名称	功能块描述
雷达切区(n 取 1)	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.9n 取 1 译码器

**5.1.2.4. 功能原理**

本示例雷达切区真值表如下：

用户 PLC-IN1	用户 PLC-IN2	用户 PLC-IN3	雷达 切区 A1	雷达 切区 A2	雷达 切区 B1	雷达 切区 B2	雷达 切区 C1	雷达 切区 C2	雷达 切区 D1	雷达 切区 D2	雷达 field set
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

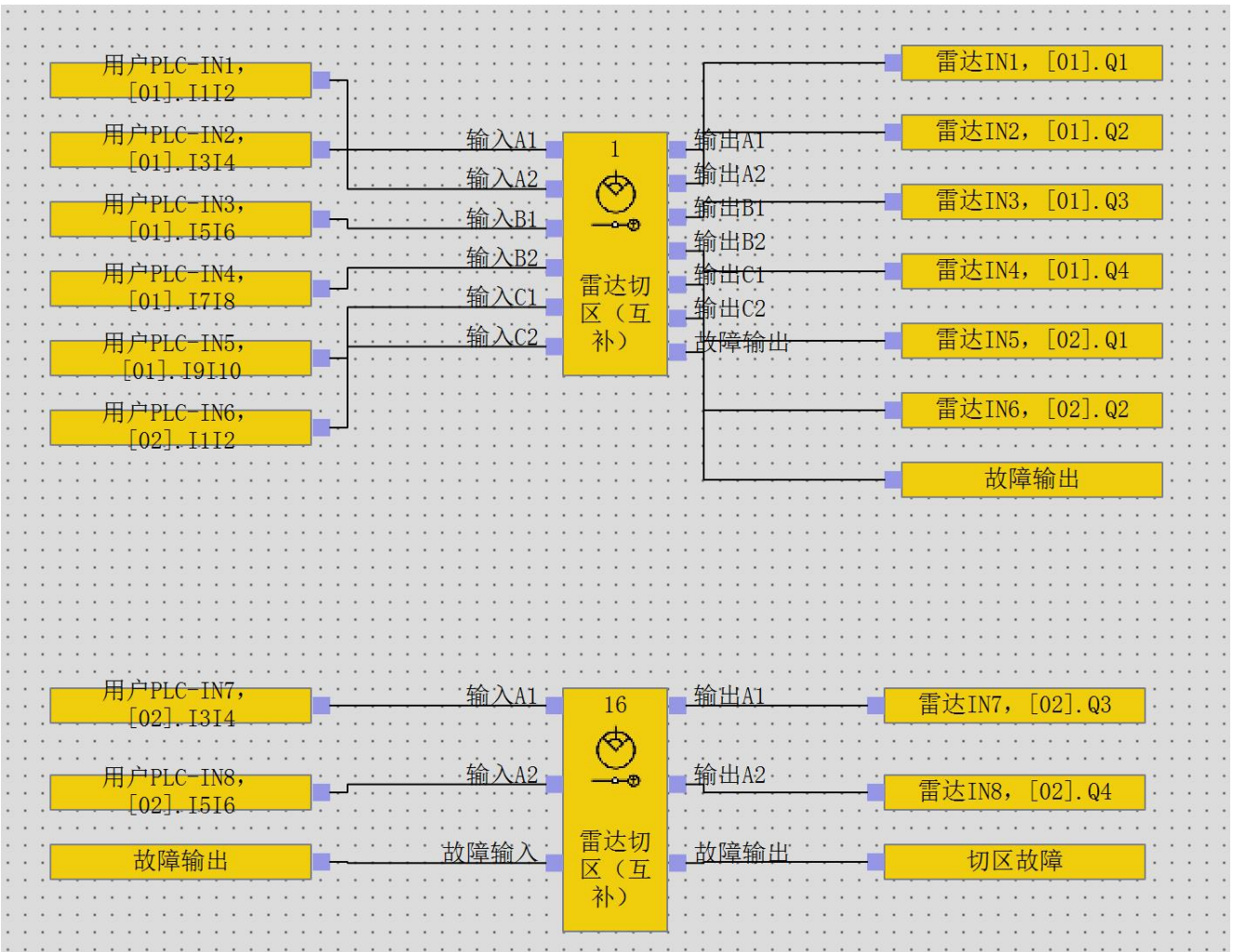


0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5
0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7

本方案基于切区逻辑由用户 PLC 处理(什么时候切到哪个 field set)切区信号给到安全控制器，再由安全控制器来控制雷达切区。

5.1.3. 互补(方案1)

5.1.3.1. 功能示例



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 16 个 field set 为例：

- 1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
- 2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

5.1.3.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
用户 PLC 雷达切区信号 IN1	IO[01].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN2	IO[01].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN3	IO[01].I5I6

用户 PLC 雷达切区信号 IN4	IO[01].I7I8
用户 PLC 雷达切区信号 IN5	IO[01].I9I10
用户 PLC 雷达切区信号 IN6	IO[02].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN7	IO[02].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN8	IO[02].I5I6
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
雷达切区 C1	IO[02].Q1
雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3
雷达切区 D2	IO[02].Q4

### 5.1.3.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
雷达切区(n取1)	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.6 雷达切区（互补）

### 5.1.3.4. 功能原理

本示例雷达切区真值表如下：

用户 PLC -IN 1	用户 PLC -IN 2	用户 PLC -IN 3	用户 PLC -IN 4	用户 PLC -IN 5	用户 PLC -IN 6	用户 PLC -IN 7	用户 PLC -IN 8	雷 达 切 区 A1	雷 达 切 区 A2	雷 达 切 区 B1	雷 达 切 区 B2	雷 达 切 区 C1	雷 达 切 区 C2	雷 达 切 区 D1	雷 达 切 区 D2	雷 达 field set
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	2
0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	3
1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	4
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	6
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	7
1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	8
0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	9
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	10
0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	11
1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	12
0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	13
1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	14
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	15

本方案基于切区逻辑由用户 PLC 处理(什么时候切到哪个 field set)切区信号给到安全控制器，再由安全控制器来控制雷达切区，过程中安全控制器会检测用户 PLC 输出的切区信号是否合法。

互补模式要求一对互补信号需要电平状态相反，如上真值表，输入端 1-2/3-4/5-6/7-8 为四对互补信号，输出到雷达的 A/B/C/D 四对信号。如果其中一对信号电平状态相同，则判断为故障。

一般而言，一对互补信号代表一个 bit，如本示例则有 4bit 共可组成 16 个雷达 field set，以其中一对互补信号举例：

雷达切区 A1	雷达切区 A2	对应 bit 状态
1	0	0
0	1	1

0	0	故障
1	1	故障

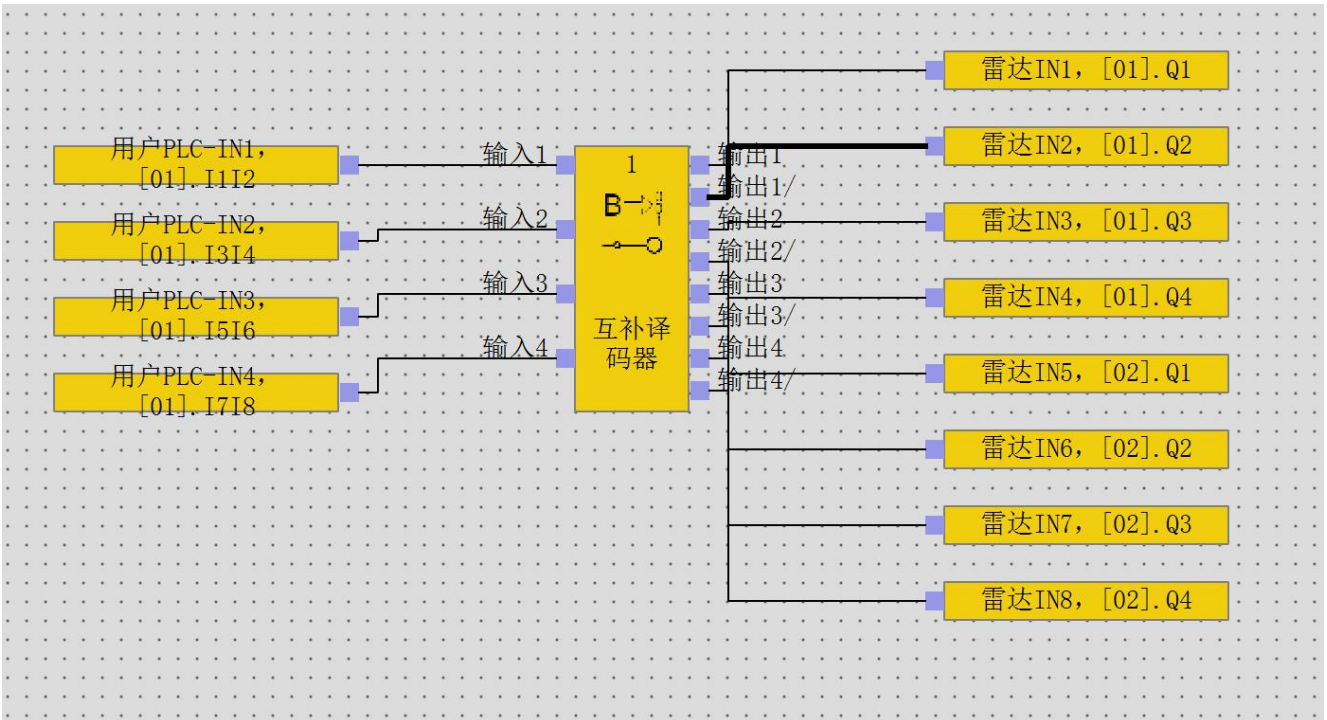
如上表，当雷达切区 A1 为 0，雷达切区 A2 为 1 时，对应 bit 为 1，这是其中一种定义方式，因每个雷达厂家的定义不同，真值表可能相反如下表：

雷达切区 A1	雷达切区 A2	对应 bit 状态
1	0	1
0	1	0
0	0	故障
1	1	故障

具体定义，请参考实际使用的雷达数据手册。

### 5.1.4. 互补(方案2)

#### 5.1.4.1. 功能示例



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 16 个 field set 为例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

#### 5.1.4.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
用户 PLC 雷达切区信号 IN1	IO[01].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN2	IO[01].I3I4
用户 PLC 雷达切区信号 IN3	IO[01].I5I6
用户 PLC 雷达切区信号 IN4	IO[01].I7I8
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
雷达切区 C1	IO[02].Q1

雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3
雷达切区 D2	IO[02].Q4

### 5.1.4.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
雷达切区(n取1)	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.10 互补译码器

### 5.1.4.4. 功能原理

本示例雷达切区真值表如下：

用户 PLC -IN 1	用户 PLC -IN 2	用户 PLC -IN 3	用户 PLC -IN 4	雷 达 切 区 A1	雷 达 切 区 A2	雷 达 切 区 B1	雷 达 切 区 B2	雷 达 切 区 C1	雷 达 切 区 C2	雷 达 切 区 D1	雷 达 切 区 D2	雷 达 fiel d set
0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	2
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3
0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	4
1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	5
0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	6
1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	7
0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	8
1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	9
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	10
1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	11
0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	12
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	13
0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	14
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	15

本方案基于切区逻辑由用户 PLC 处理(什么时候切到哪个 field set)切区信号给到安全控制器，再由安全控制器来控制雷达切区。

互补模式要求一对互补信号需要电平状态相反，如上真值表雷达的 A/B/C/D 四对信号，

一般而言，一对互补信号代表一个 bit，如本示例则有 4bit 共可组成 16 个雷达 field set，以其中一对互补信号举例：

雷达切区 A1	雷达切区 A2	对应 bit 状态
0	1	0
1	0	1
0	0	故障
1	1	故障

如上表，当雷达切区 A1 为 0，雷达切区 A2 为 1 时，对应 bit 为 0，这是其中一种定义方式，因每个雷达厂家的定义不同，真值表可能相反如下表：

雷达切区 A1	雷达切区 A2	对应 bit 状态
0	1	1
1	0	0
0	0	故障
1	1	故障

具体定义，请参考实际使用的雷达数据手册。

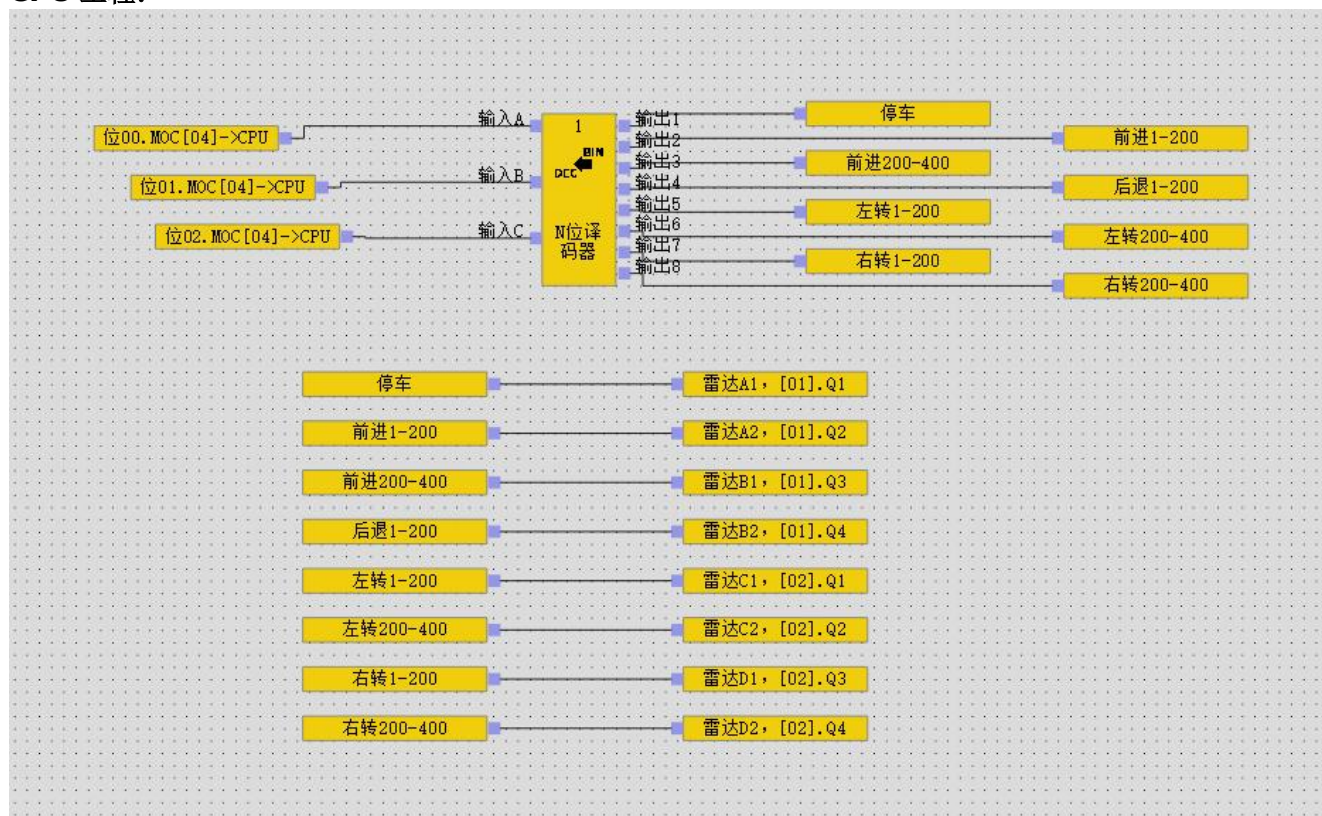


## 5.2. 动态切区

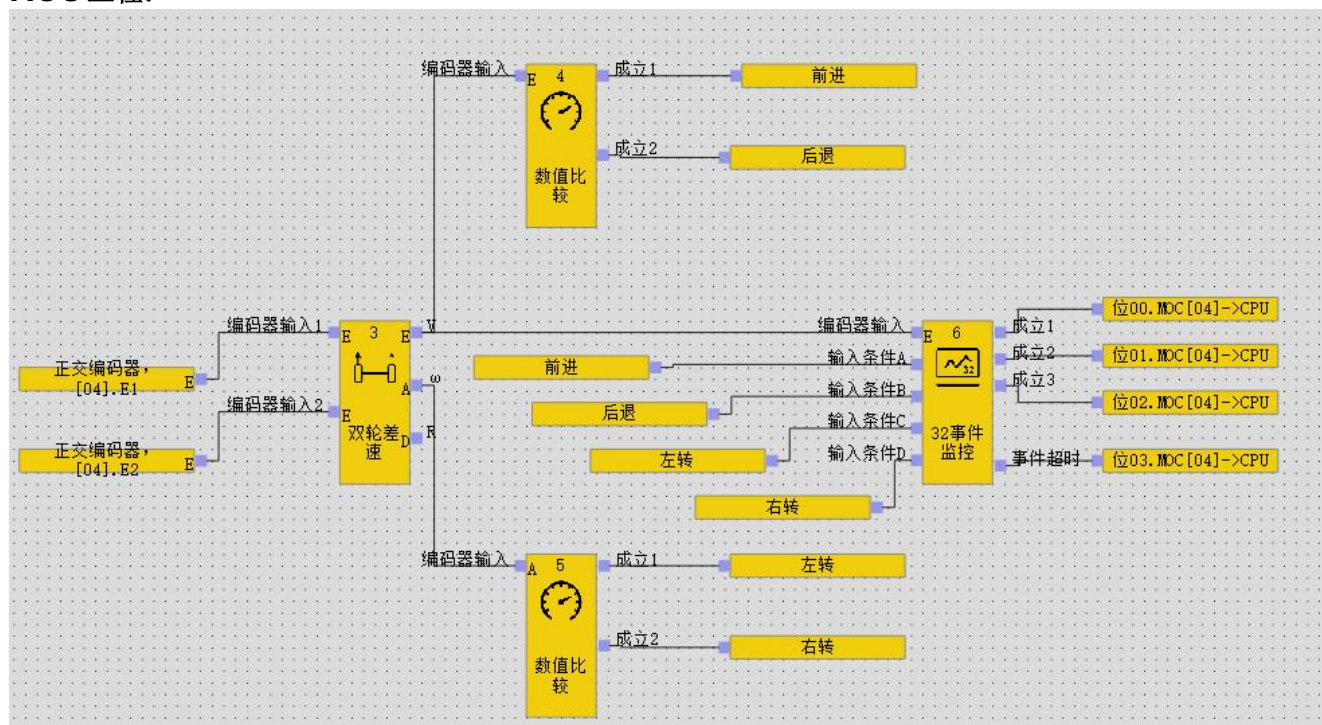
### 5.2.1.N 取 1

#### 5.2.1.1. 功能示例

CPU 工程:



MOC 工程:



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 8 个 field set 为例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**

2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

#### 5.2.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
雷达切区 C1	IO[02].Q1
雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3
雷达切区 D2	IO[02].Q4
编码器	MOC[03].E1
编码器	MOC[03].E2

#### 5.2.1.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
N 位译码器	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.8n 位译码器
双轮差速	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.5 速度分区
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较
32 事件监控	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.5 32 事件监控

#### 5.2.1.4. 功能原理

本示例雷达切区真值表如下：

机器运行状态	雷达切区 A1	雷达切区 A2	雷达切区 B1	雷达切区 B2	雷达切区 C1	雷达切区 C2	雷达切区 D1	雷达切区 D2	雷达 field set
停车	1	0	0	0	0	0	0	0	0
前进速度 1-200mm/s	0	1	0	0	0	0	0	0	1
前进速度 201-400mm/s	0	0	1	0	0	0	0	0	2
后退速度 1-200mm/s	0	0	0	1	0	0	0	0	3
左转速度 1-200mm/s	0	0	0	0	1	0	0	0	4
左转速度 201-400mm/s	0	0	0	0	0	1	0	0	5
右转速度 1-200mm/s	0	0	0	0	0	0	1	0	6
右转速度 201-400mm/s	0	0	0	0	0	0	0	1	7

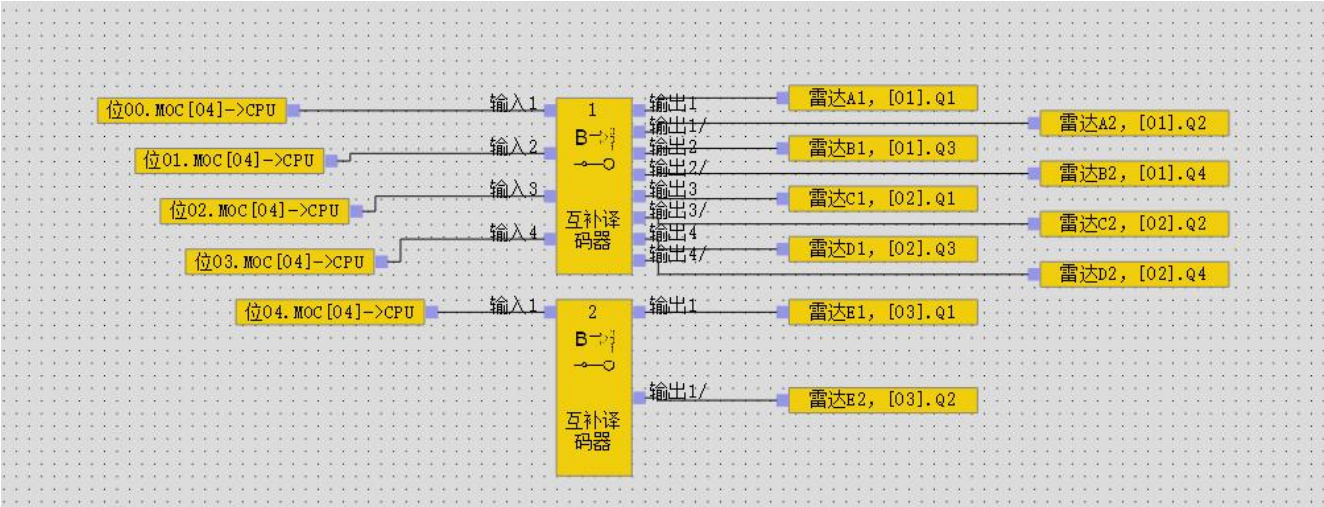
本方案基于切区逻辑由安全控制器处理，安全控制器通过各种传感器监控机器的运行状态，根据机器的运行状态来动态的控制雷达切区。

### 5.2.2. 互补

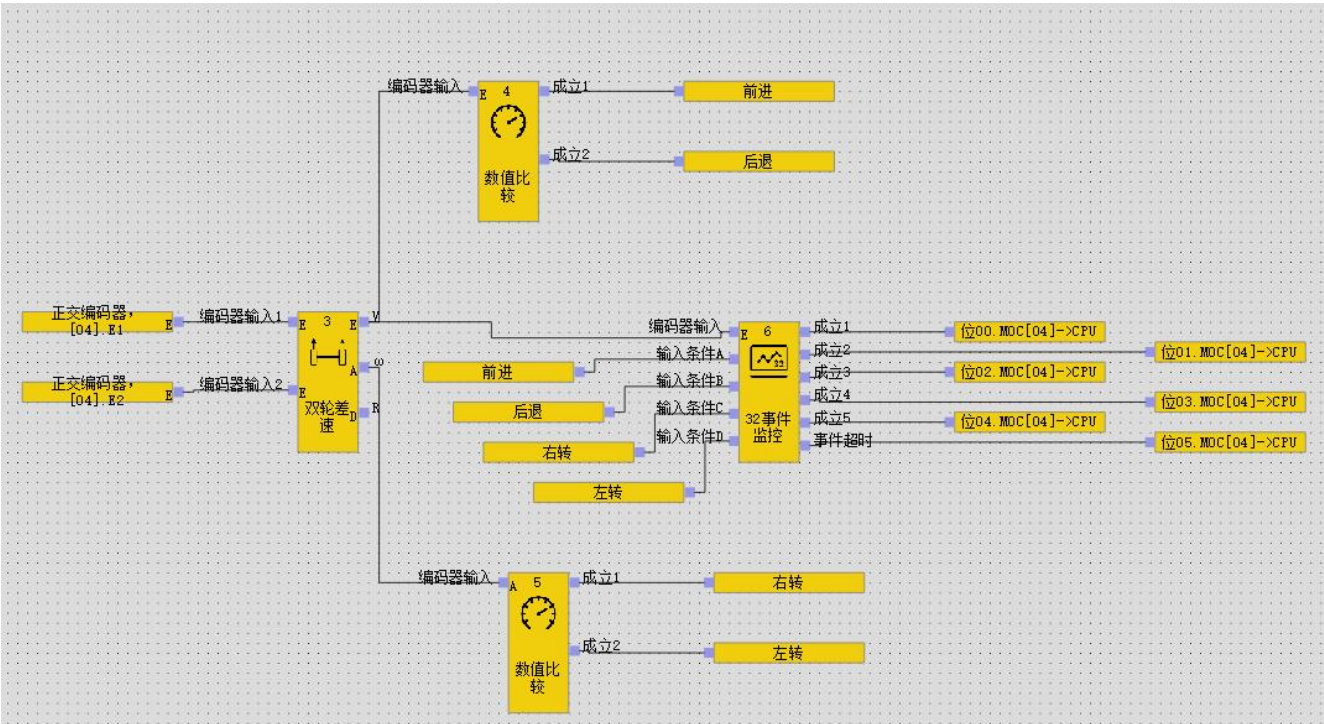
#### 5.2.2.1. 功能示例



**CPU 工程:**



**MOC 工程:**



在实际场景内一般会设置雷达有各种各样的区域(field set)，机器运行在不同场景下会切换雷达区域(field set)，本示例以 32 个 field set 为例：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

**5.2.2.2. 零部件和接口列表**

零部件	对应安全接口
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
雷达切区 C1	IO[02].Q1
雷达切区 C2	IO[02].Q2
雷达切区 D1	IO[02].Q3

雷达切区 D2	IO[02].Q4
雷达切区 D1	IO[03].Q1
雷达切区 D2	IO[03].Q2
编码器	MOC[03].E1
编码器	MOC[03].E2

### 5.2.2.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
互补译码器	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.10 数值比较
双轮差速	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.4.4.2 双轮差速
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较
32 事件监控	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.5 32 事件监控

### 5.2.2.4. 功能原理

本示例雷达切区真值表如下：

机器运行状态	雷达切区 A1	雷达切区 A2	雷达切区 B1	雷达切区 B2	雷达切区 C1	雷达切区 C2	雷达切区 D1	雷达切区 D2	雷达切区 E1	雷达切区 E2	雷达 field set
停车	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
前进速度 1-50mm/s	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
前进速度 51-100mm/s	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	2
前进速度 101-150mm/s	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	3
前进速度 151-200mm/s	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	4
前进速度 201-250mm/s	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	5
前进速度 251-300mm/s	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	6
前进速度 301-350mm/s	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	7
后退速度 1-50mm/s	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	8
后退速度 51-100mm/s	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	9
后退速度 101-150mm/s	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	10
后退速度 151-200mm/s	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	11
后退速度 201-250mm/s	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	12
后退速度 251-300mm/s	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	13
左转速度 1-50mm/s	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	14
左转速度 51-100mm/s	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	15
左转速度 101-150mm/s	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	16

左转速度 151-200mm/s	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	17
左转速度 201-250mm/s	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	18
左转速度 251-300mm/s	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	19
左转速度 301-350mm/s	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	20
左转速度 351-400mm/s	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	21
左转速度 401-450mm/s	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	22
右转速度 1-50mm/s	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	23
左转速度 51-100mm/s	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	24
左转速度 101-150mm/s	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	25
左转速度 151-200mm/s	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	26
左转速度 201-250mm/s	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	27
左转速度 251-300mm/s	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	28
左转速度 301-350mm/s	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	29
左转速度 351-400mm/s	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	30
左转速度 401-450mm/s	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	31

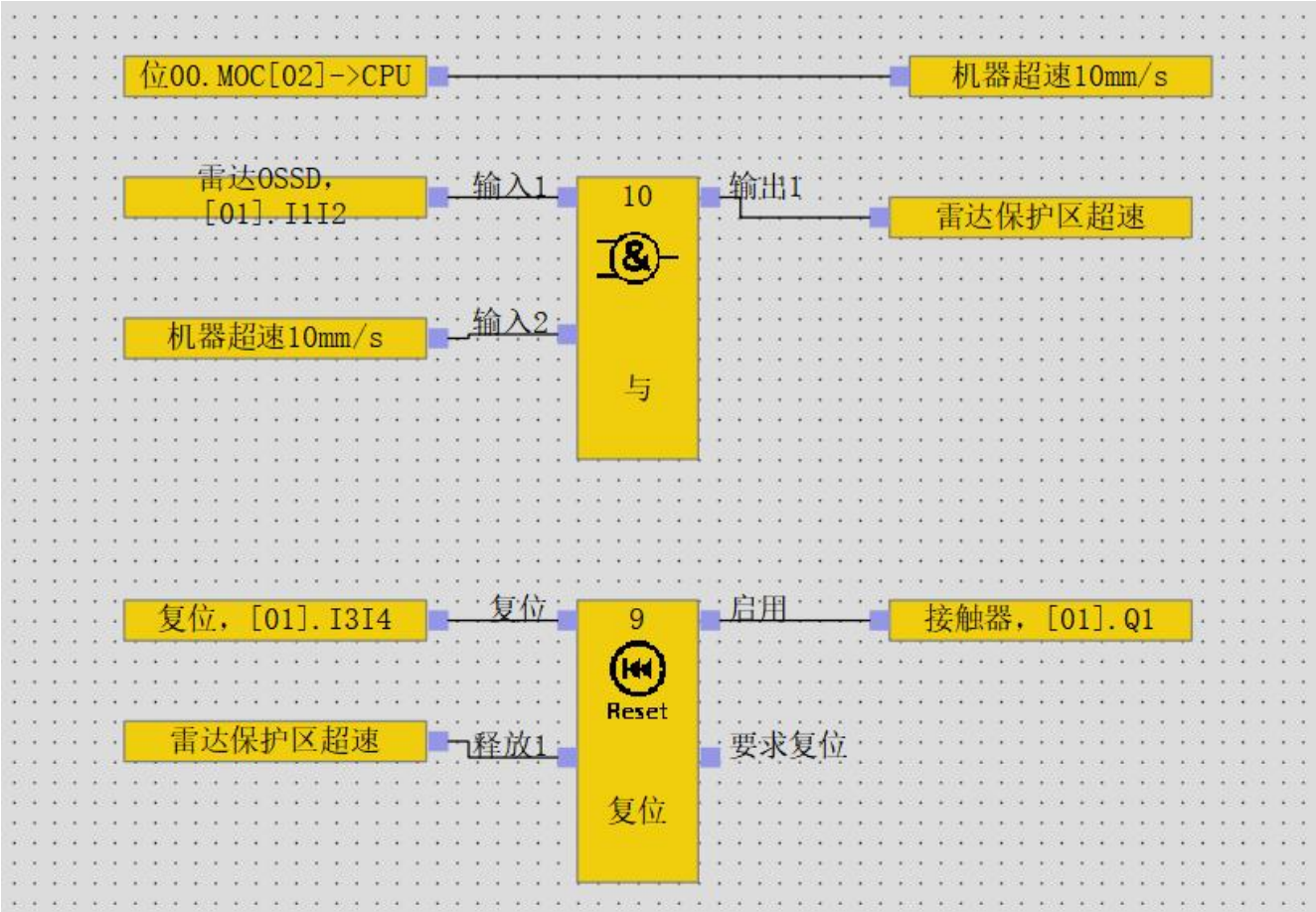
本方案基于切区逻辑由安全控制器处理，安全控制器通过各种传感器监控机器的运行状态，根据机器的运行状态来动态的控制雷达切区。

## 6. 雷达保护区速度保护

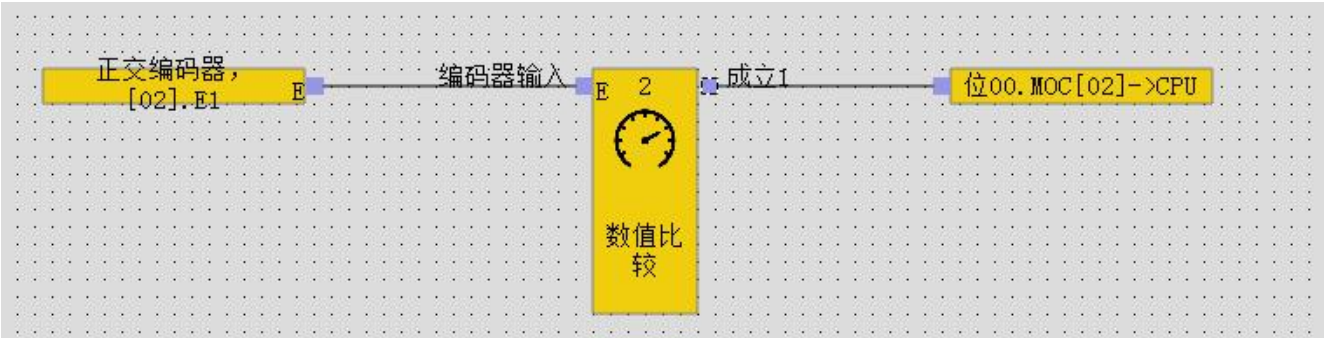
### 6.1.1. 功能示例

**CPU 工程：**





**MOC 工程:**



雷达 OSSD 信号触发时，机器应停止，由于编码器本身速度有抖动，为防止机器本身处于静止时触发安全功能，速度限制在一个很小的速度范围内，当前示例设定 OSSD 触发时的限速为 10mm/s:

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

**6.1.2. 零部件和接口列表**

零部件	对应安全接口
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
雷达 OSSD	IO[01].I1I2
接触器(双 NC)	IO[01].Q1
编码器	MOC[02].E1

**6.1.3. 功能块列表**

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
与	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.1 与
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较

6.1.4. 功能原理

当机器在雷达 OSSD 触发时超出限制速度时，【接触器】断电，机器停止，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

注意：

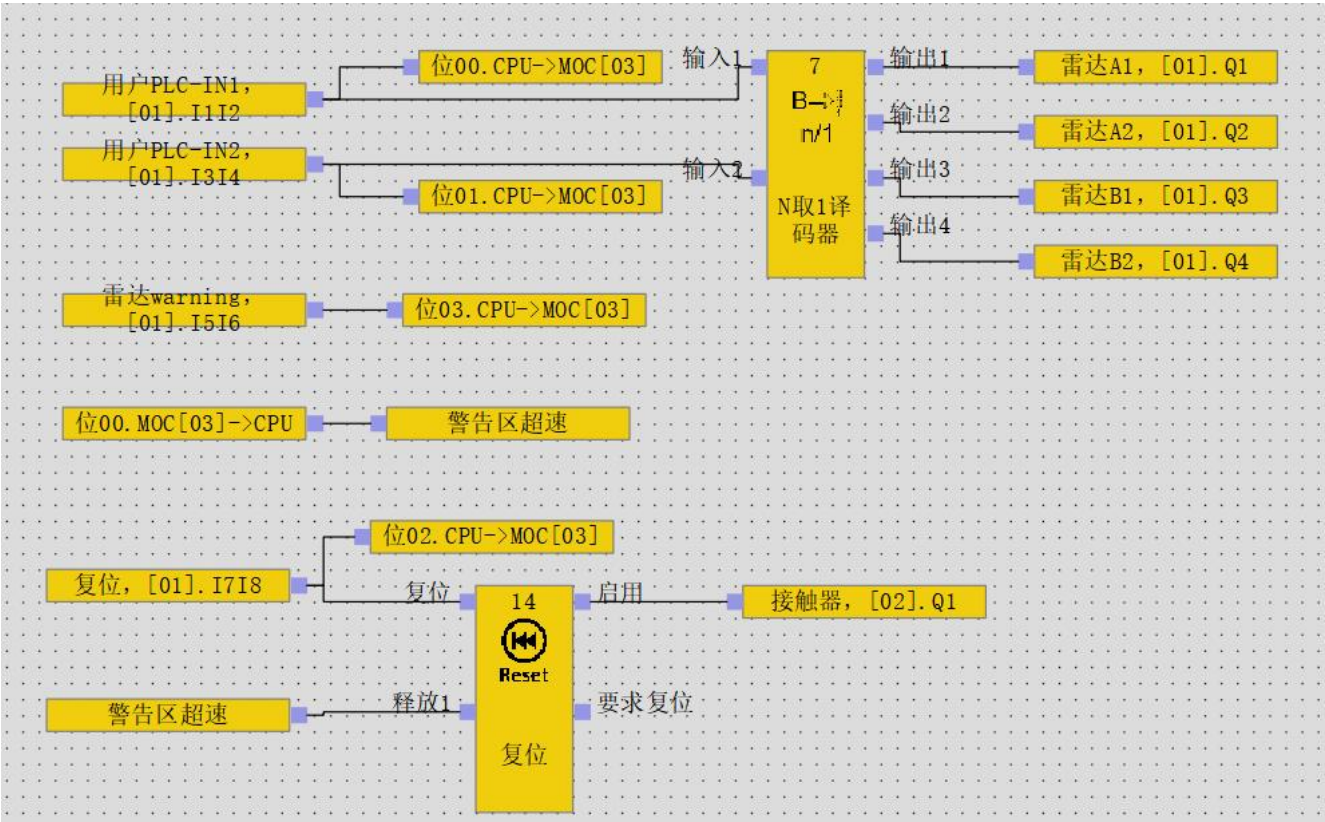
1. 机器超速，安全控制器进入安全状态，【继电器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。

若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。

7. 雷达减速区减速检测

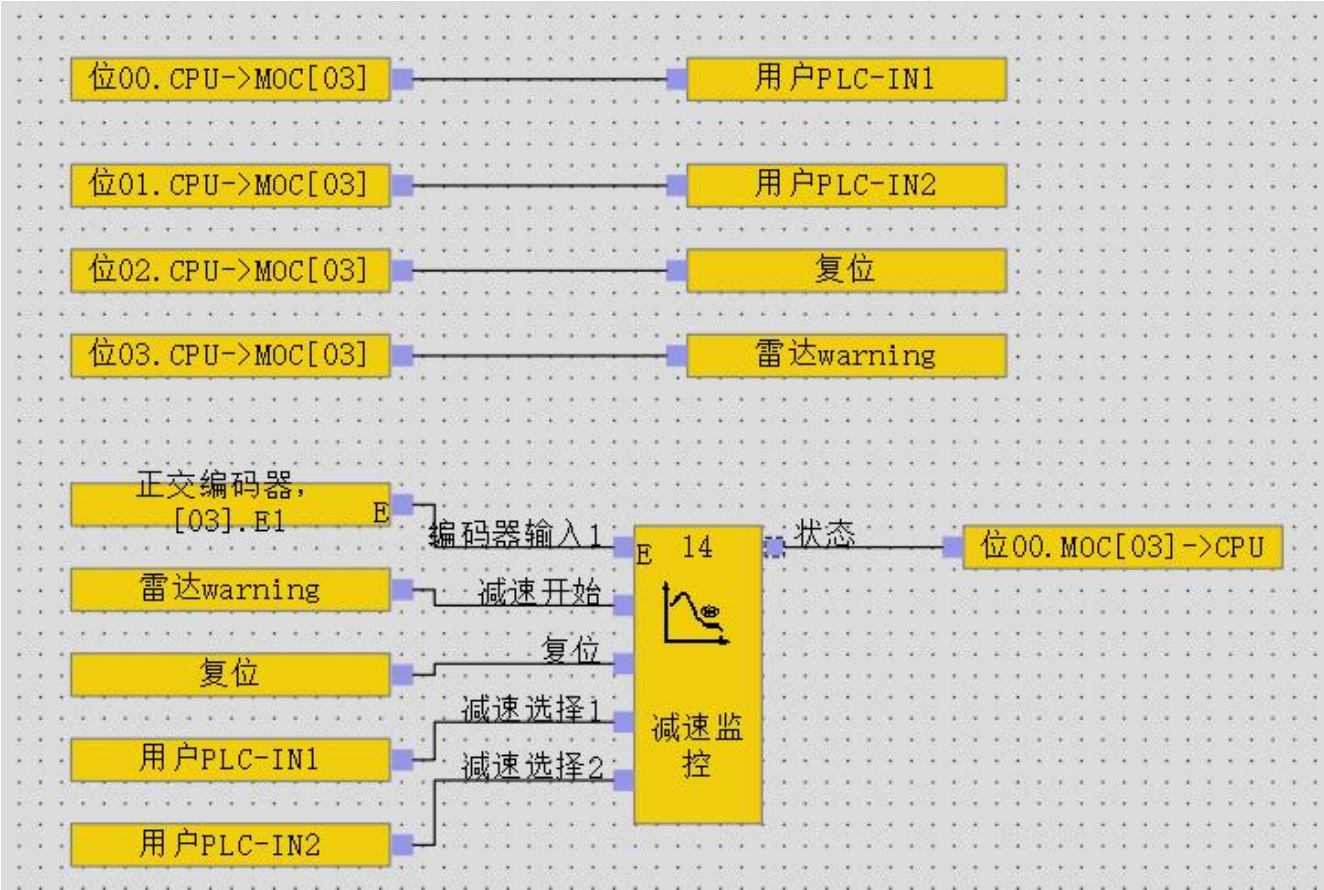
7.1.1. 功能示例

CPU 工程：



MOC 工程：





雷达警告区信号触发时，机器应在一定时间内减速到安全速度以下：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

7.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
用户 PLC 雷达切区信号 IN1	IO[01].I1I2
用户 PLC 雷达切区信号 IN2	IO[01].I3I4
雷达 warning	IO[01].I5I6
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I7I8
雷达切区 A1	IO[01].Q1
雷达切区 A2	IO[01].Q2
雷达切区 B1	IO[01].Q3
雷达切区 B2	IO[01].Q4
接触器(双 NC)	IO[02].Q1
编码器	MOC[03].E1

7.1.3. 功能块列表

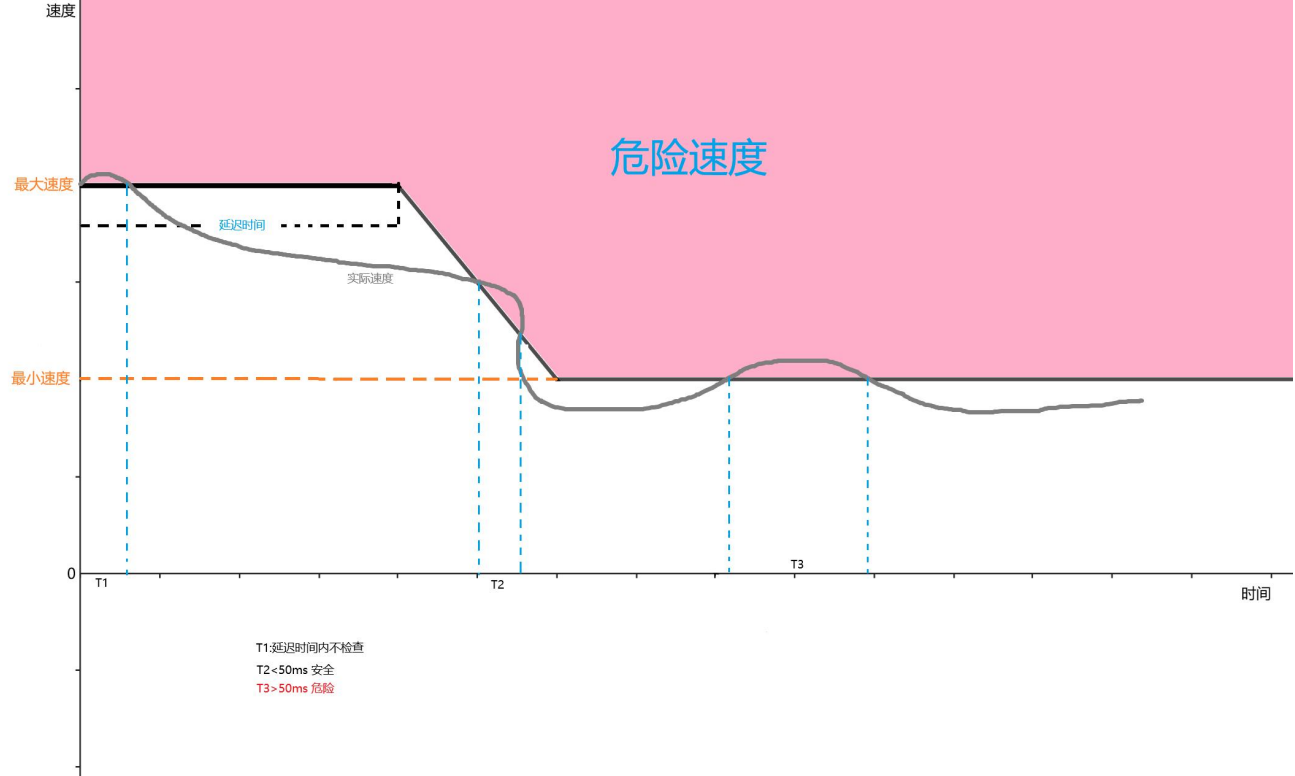
功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
N 取 1 译码器	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.9 n 取 1 译码器
减速监控	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.2 减速监控



7.1.4. 功能原理

当机器在雷达警告信号触发时(前方有障碍物), 需要减速到安全速度以下, 但一般机器在使用过程中都会根据当前的运行场景切换雷达区域(雷达切区相关可参考[雷达切区](#))和切换不同运行速度, 那么针对不同场景(不同雷达区)需要的减速参数就可能不一致, 本示例以雷达静态切区为基础搭建减速检测。

用户 PLC-IN1	用户 PLC-IN2	雷达 A1	雷达 A2	雷达 B1	雷达 B2	雷达区 号	减速参数
0	0	1	0	0	0	0	每秒速度下降 500mm/s 减速起始速度 1000mm/s 减速结束速度 300mm/s
1	0	0	1	0	0	1	每秒速度下降 500mm/s 减速起始速度 800mm/s 减速结束速度 300mm/s
0	1	0	0	1	0	2	每秒速度下降 600mm/s 减速起始速度 900mm/s 减速结束速度 300mm/s
1	1	0	0	0	1	3	每秒速度下降 700mm/s 减速起始速度 1000mm/s 减速结束速度 300mm/s



当雷达警告区信号触发时, 延迟一段时间后(给予机器减速时间)安全控制器开始检测机器的减速情况, 若机器运行在危险速度时, 安全控制器进入安全状态, 【接触器】断电, 机器停止, 【接触器】仍处于断电状态, 当按下【复位】按钮后, 【接触器】仍处于断电状态, 当【复位】按钮松开后, 【接触器】恢复供电。

注意:

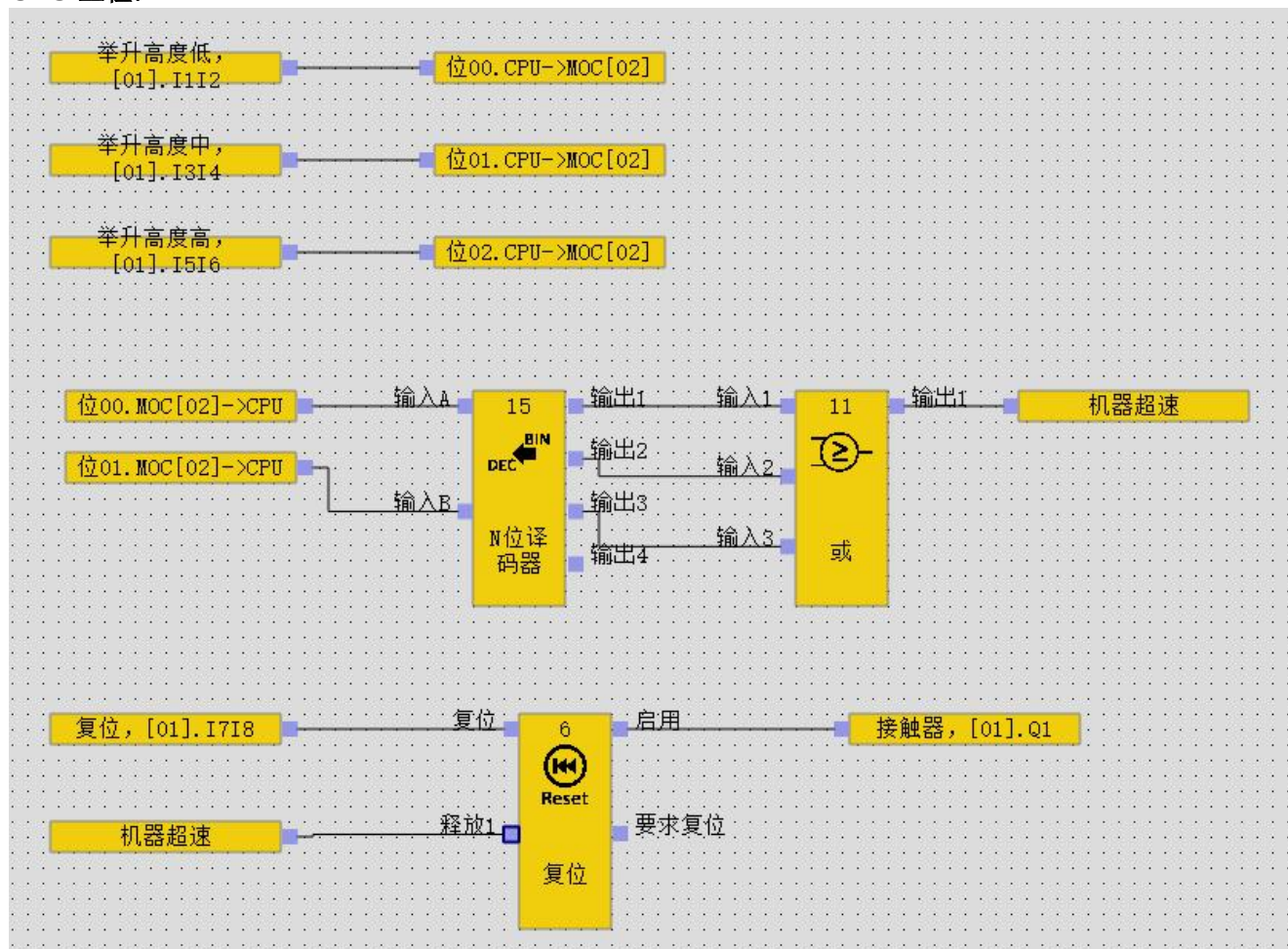
1. 安全控制器进入安全状态后, 【继电器】断电, 且安全状态会保留, 仅能通过【复位】按钮进行恢复。若要通过【复位】按钮恢复到正常状态, 需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功, 即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲, 而不仅仅是一个跳变沿。

8. 高度速度保护

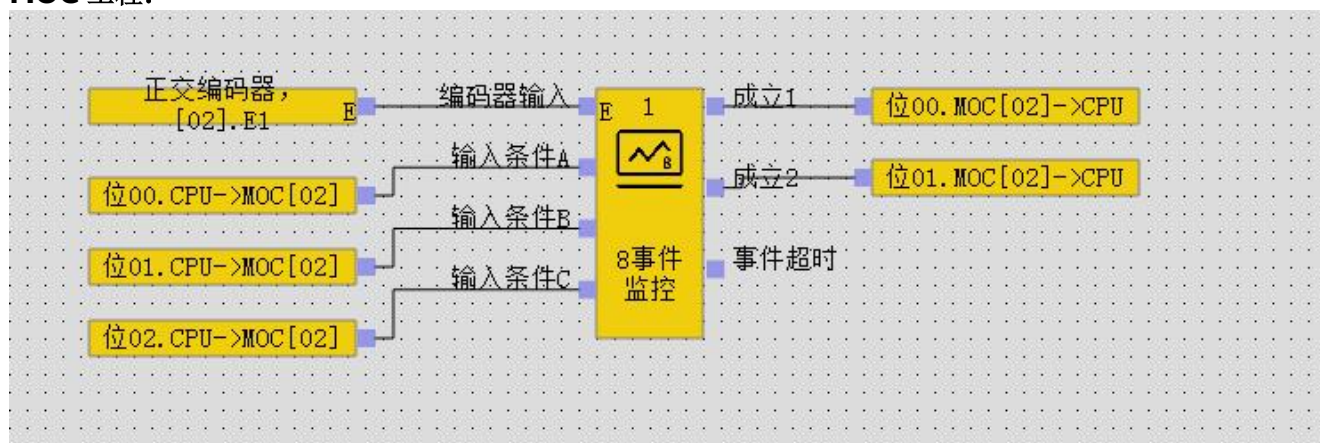
## 8.1. 方案 1

### 8.1.1. 功能示例

**CPU 工程:**



**MOC 工程:**



叉车在运行时，特别是在叉举货物时，叉举的高度越高，机器速度就应该越低，所以安全控制器要根据叉车叉举的高度来限制机器的最大运行速度：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

### 8.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
举升高度低开关	IO[01].I1I2
举升高度中开关	IO[01].I3I4
举升高度高开关	IO[01].I5I6
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I7I8
接触器(双 NC)	IO[01].Q1

### 8.1.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
N 位译码器	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.8 n 位译码器
8 事件监控	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.6 8 事件监控

### 8.1.4. 功能原理

由于客户机型差异或传感器差异，机器叉举高度检测开关的触发方式有两种，此处仅列举本方案采用的触发方式，不同举升高度对应的限制速度如下：

机器实际举升高度	举升高度低开关	举升高度中开关	举升高度高开关	8 事件监控成立 1	8 事件监控成立 2	限制速度 (mm/s)
低	0	1	1	0	0	700
中	1	0	1	1	0	500
高	1	1	0	0	1	300

当机器超速时，【接触器】断电，机器停止，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

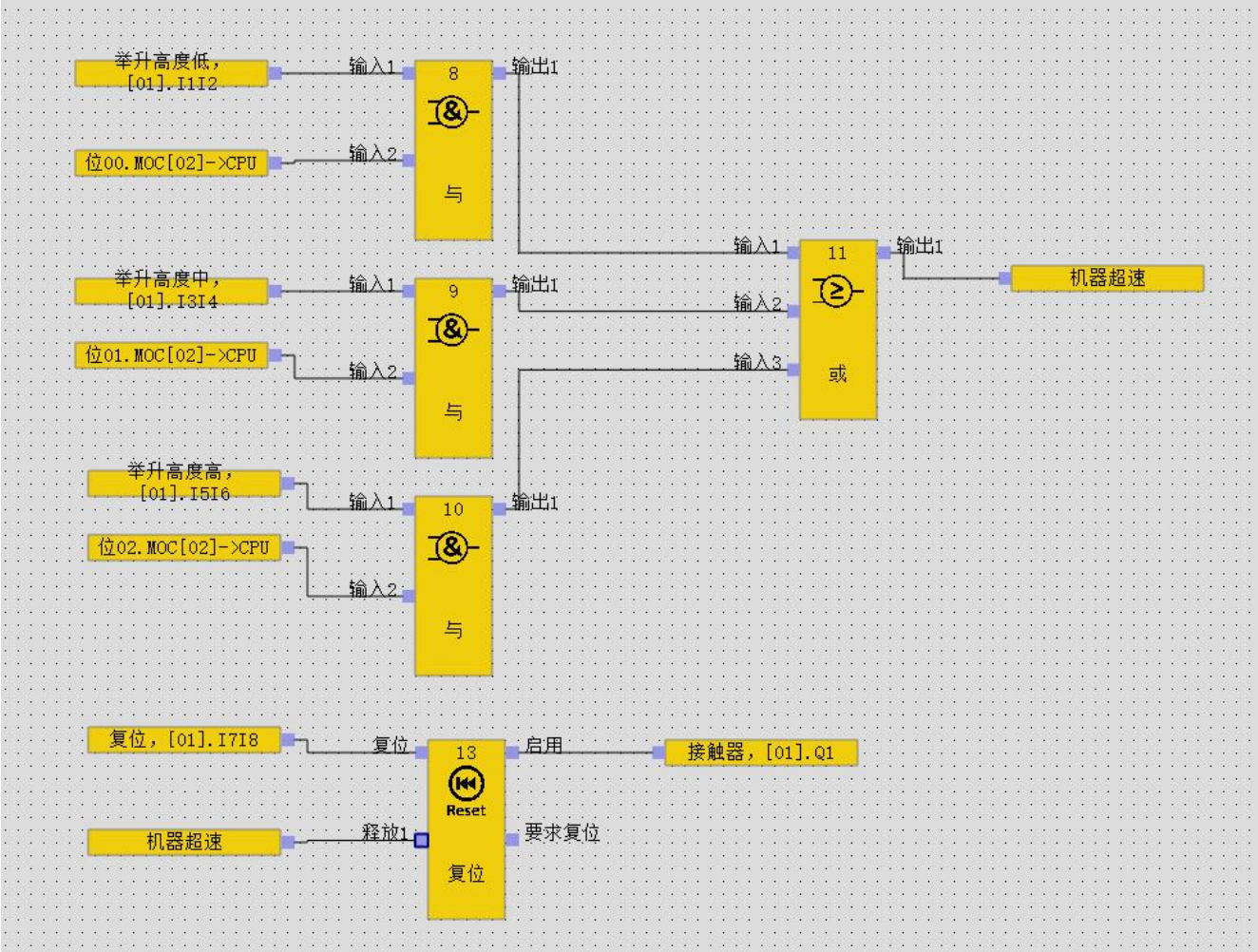
注意：

1. 机器超速，安全控制器进入安全状态，【继电器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。

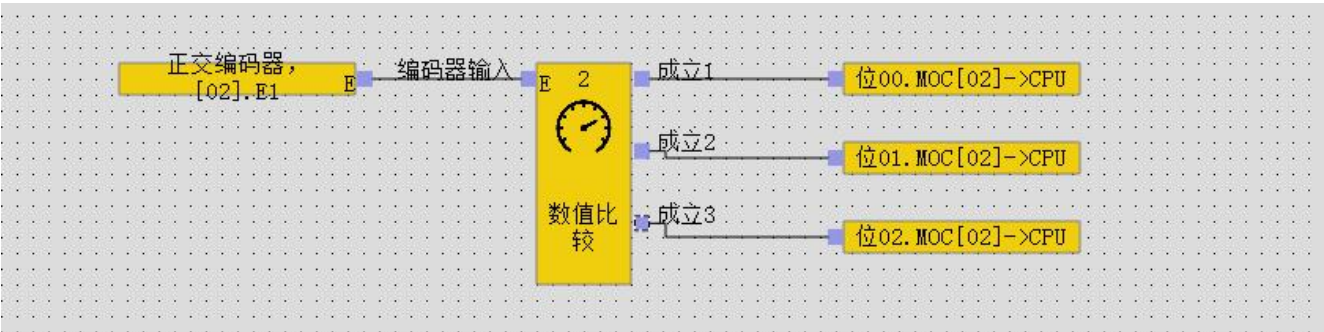
## 8.2. 方案 2

### 8.2.1. 功能示例

**CPU 工程:**



**MOC 工程:**



叉车在运行时，特别是在叉举货物时，叉举的高度越高，机器速度就应该越低，所以安全控制器要根据叉车叉举的高度来限制机器的最大运行速度：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

### 8.2.2. 零部件和接口列表



零部件	对应安全接口
举升高度低开关	IO[01].I1I2
举升高度中开关	IO[01].I3I4
举升高度高开关	IO[01].I5I6
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I7I8
接触器(双 NC)	IO[01].Q1

### 8.2.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
与	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.1 与
或	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.2 或
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较

### 8.2.4. 功能原理

由于客户机型差异或传感器差异，机器叉举高度检测开关的触发方式有两种，此处仅列举本方案采用的触发方式，不同举升高度对应的限制速度如下：

机器实际举升高 度	举升高度低开关	举升高度中开关	举升高度高开关	限制速度(mm/s)
低	0	1	1	700
中	1	0	1	500
高	0	1	1	300

当机器超速时，【接触器】断电，机器停止，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

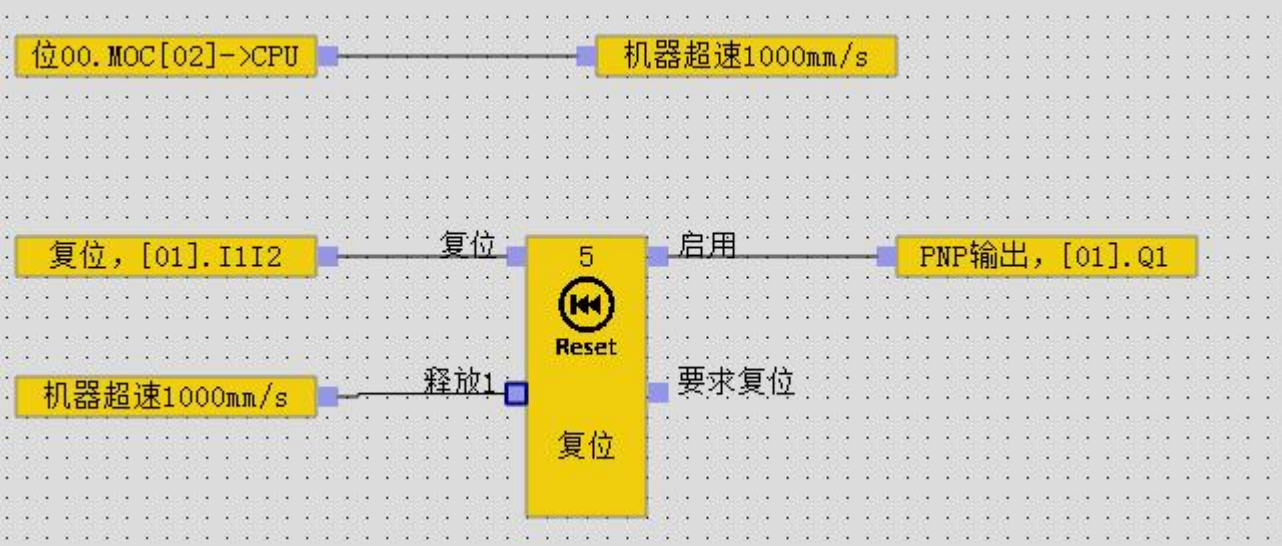
注意：

1. 机器超速，安全控制器进入安全状态，【继电器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。

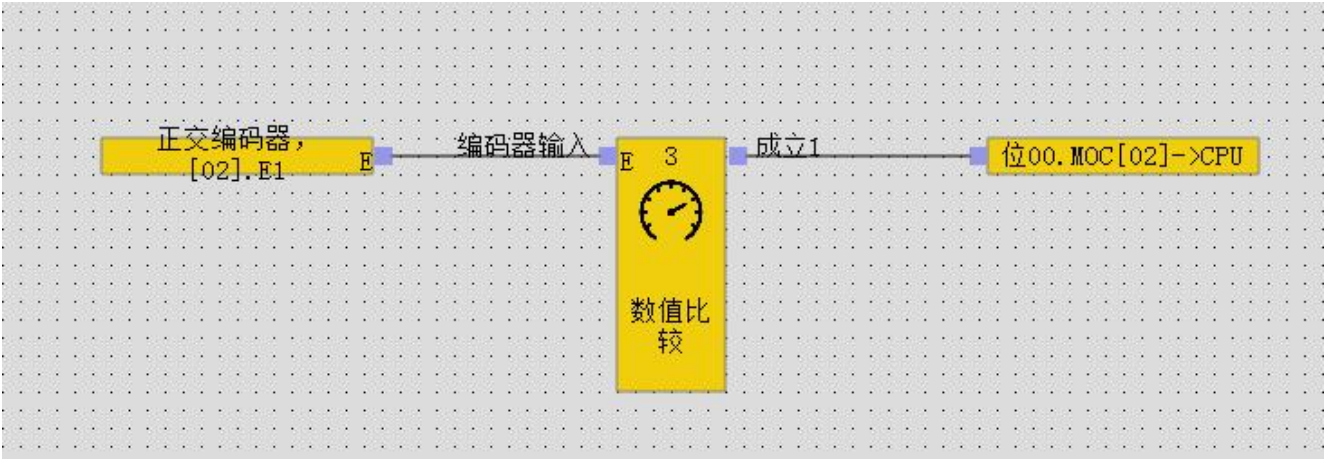
## 9. 最大速度保护

### 9.1.1. 功能示例

**CPU 工程:**



**MOC 工程:**



机器运行在任何情景下机器速度都不得超过一个最大阈值，否则认为机器失控：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

### 9.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
接触器(双 NC)	IO[01].Q1

### 9.1.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较

9.1.4. 功能原理

当机器超出限制速度时，【接触器】断电，机器停止，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

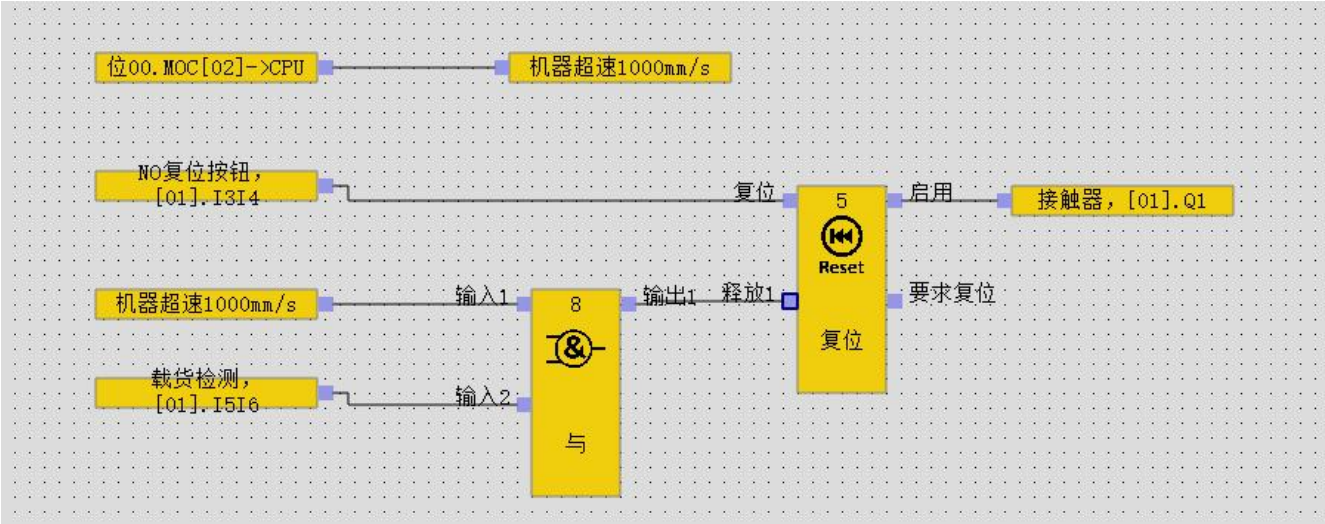
注意：

1. 机器超速，安全控制器进入安全状态，【继电器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。

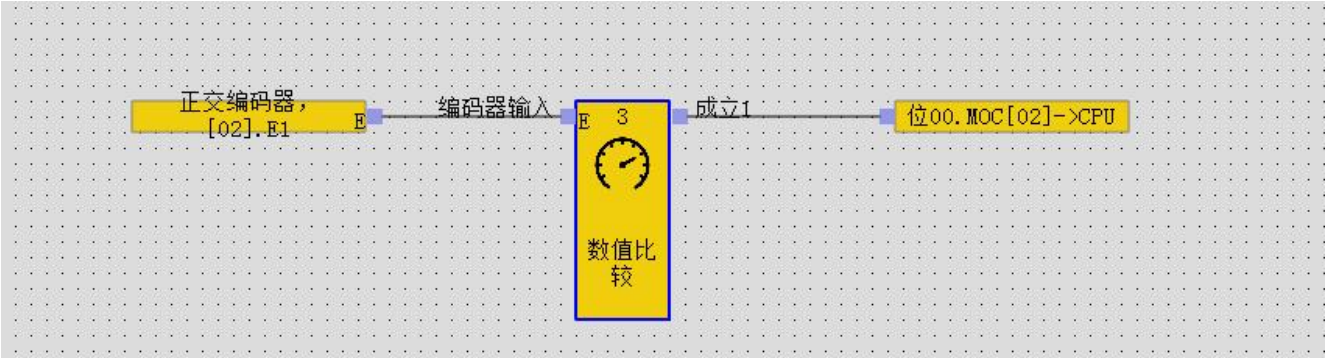
10. 载货检测

10.1.1. 功能示例

CPU 工程：



MOC 工程：



机器在载货时，应以较低的速度运行：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

10.1.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
载货检测开关(双 NC)	IO[01].I7I8
接触器(双 NC)	IO[01].Q1

10.1.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
与	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.1 与
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较

10.1.4. 功能原理

当机器超出限制速度时，【接触器】断电，机器停止，【接触器】仍处于断电状态，当按下【复位】按钮后，【接触器】仍处于断电状态，当【复位】按钮松开后，【接触器】恢复供电。

注意：

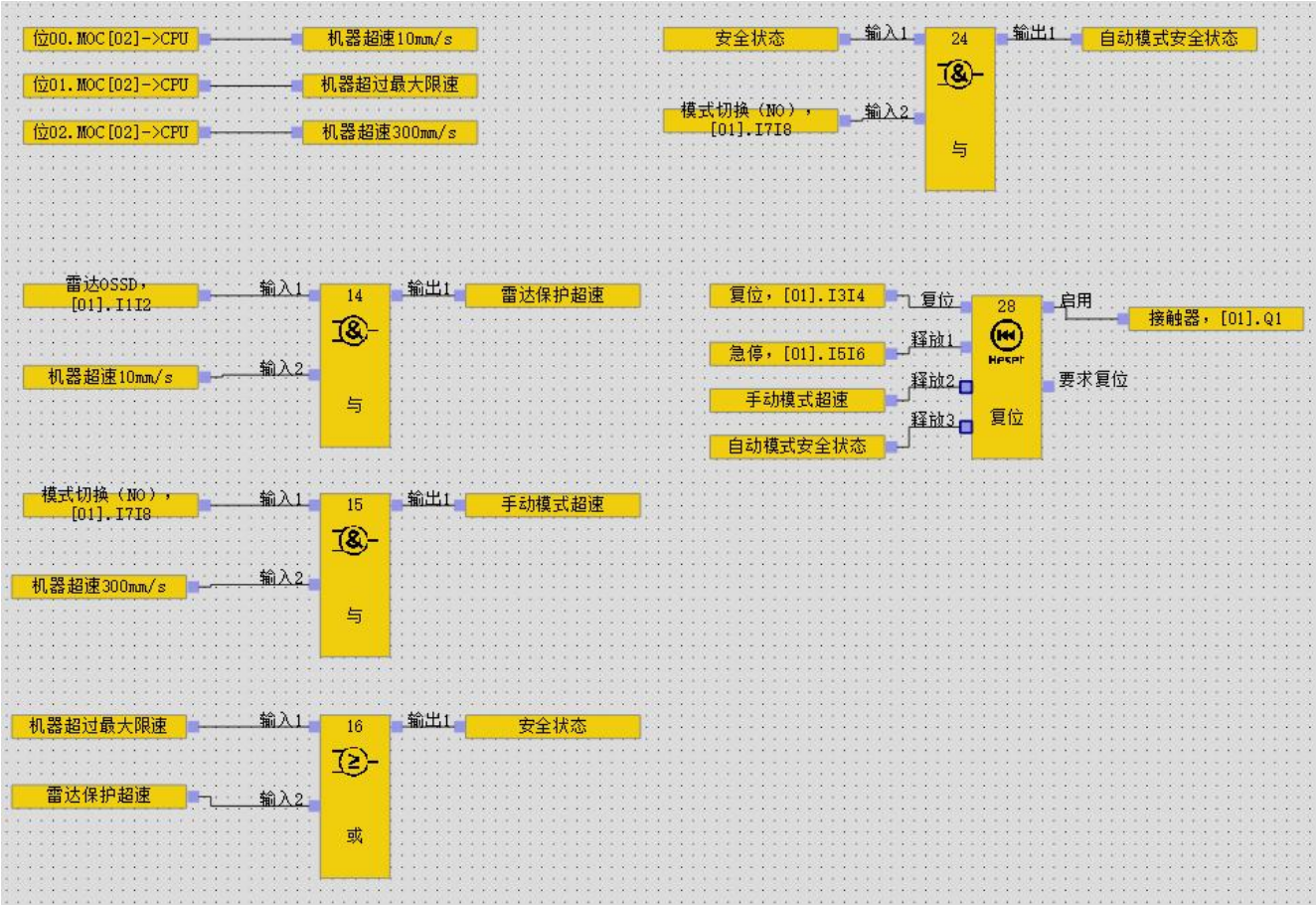
1. 机器超速，安全控制器进入安全状态，【继电器】断电，且安全状态会保留，仅能通过【复位】按钮进行恢复。
2. 若要通过【复位】按钮恢复到正常状态，需要按下然后松开【复位】按钮才会复位成功，即【复位功能块】的复位输入需要一个完整的有效脉冲，而不仅仅是一个跳变沿。



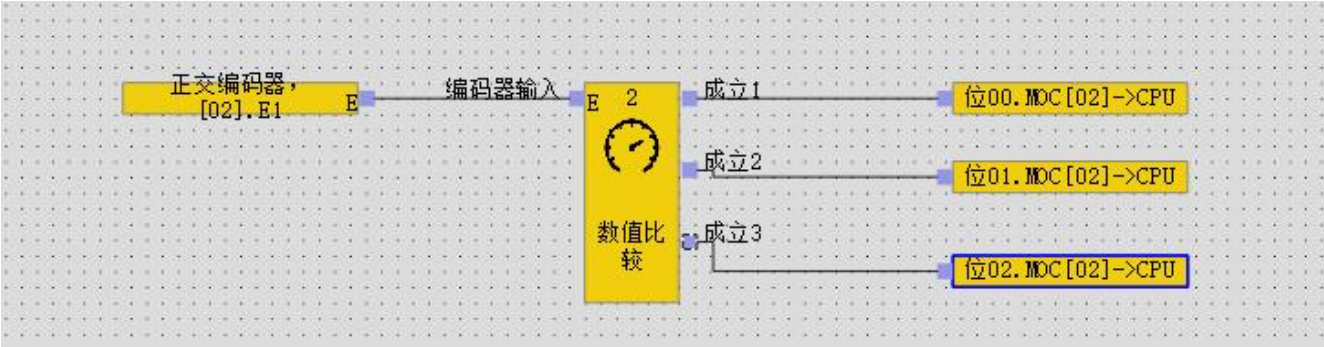
# 11. 模式切换

## 11.1. 功能示例

CPU 工程:



MOC 工程:



在工业 AGV 的使用场景中一般会有两种模式，一种是自动模式，一种是手动模式(维护模式)，在手动模式下，仅有急停功能会生效，且此模式下速度不得超过 300mm/s，在自动模式下所有安全功能都会生效：

1. 搭建此安全功能所需的接口资源及零部件见**零部件和接口列表**
2. 搭建此安全功能所需的功能块列表见**功能块列表**

## 11.2. 零部件和接口列表

零部件	对应安全接口
雷达 OSSD	IO[01].I1I2

复位按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I3I4
急停按钮(双 NC, 多个按钮可串联连接)	IO[01].I5I6
模式切换按钮(双 NO/单 NO)	IO[01].I7I8
接触器	IIO[01].Q1
编码器	MOC[03].E1

### 11.3. 功能块列表

功能块名称	功能块描述
与	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.1 与
或	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.1.2 或
复位	见《SPC200 Configure tool manual》5.3.3.2.1 复位
数值比较	见《SPC200 Configure tool manual》5.5.3.2.4 数值比较

### 11.4. 功能原理

本示例使用了以下三个安全功能来演示模式切换功能：

- 急停
- 雷达保护区速度保护
- 最大速度保护

下表描述了自动模式和手动模式(维护模式)下的区别：

机器模式	急停	雷达保护区速度保护	最大速度保护	机器速度超过 300mm/s
手动模式	生效	不生效	不生效	生效
自动模式	生效	生效	生效	不生效